

PAT-NO: JP02000195209A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2000195209 A  
TITLE: SUSPENSION FOR DISK DEVICE  
PUBN-DATE: July 14, 2000

## INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
TAKAGI, YASUSHI	N/A
UOZUMI, KOJI	N/A
TAKEI, AKIHIRO	N/A
SOGA, JUN	N/A
TAKIGAWA, KENICHI	N/A

## ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
NHK SPRING CO LTD	N/A

APPL-NO: JP11000159  
APPL-DATE: January 4, 1999

INT-CL (IPC): G11B021/21

## ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a suspension for a disk device, having superior impact resistance so as to be capable of effectively suppressing the motion of a flexure, when the shock is inputted.

SOLUTION: This suspension 20A for a disk device is provided with a load beam 21, flexure 22 and limiter mechanism 50 for controlling the motion of the flexure 22. The flexure 22 is provided with a tongue part 30 for arranging a magnetic head slider thereon and outrigger parts 31, 32 positioned on both sides of the tongue part 30. The limiter mechanism 50 is provided with inserting/ holding parts 51 formed by working to bend a part of the load beam 21, or the like. The inserting/holding part 51 is furnished with a 1st restraining part 52 separated and confronted with one surface of the flexure 22, a connection part 53 positioned in front of the flexure 22, and a 2nd restraining part 54 extending out and facing backward from this connection part, also separated and confronted with another surface of the flexure 22.

COPYRIGHT: (C) 2000, JPO

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-195209

(P2000-195209A)

(43) 公開日 平成12年7月14日 (2000.7.14)

(51) Int.Cl.  
G 1 1 B 21/21

識別記号

F I  
G 1 1 B 21/21

データベース (参考)  
D 5 D 0 5 9

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平11-159

(22) 出願日 平成11年1月4日 (1999.1.4)

(71) 出願人 000004640

日本発条株式会社

神奈川県横浜市金沢区福浦3丁目10番地

(72) 発明者 高木 康司

神奈川県愛甲郡愛川町中津字桜台4056番地

日本発条株式会社内

(72) 発明者 魚住 幸司

神奈川県愛甲郡愛川町中津字桜台4056番地

日本発条株式会社内

(74) 代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦 (外 5 名)

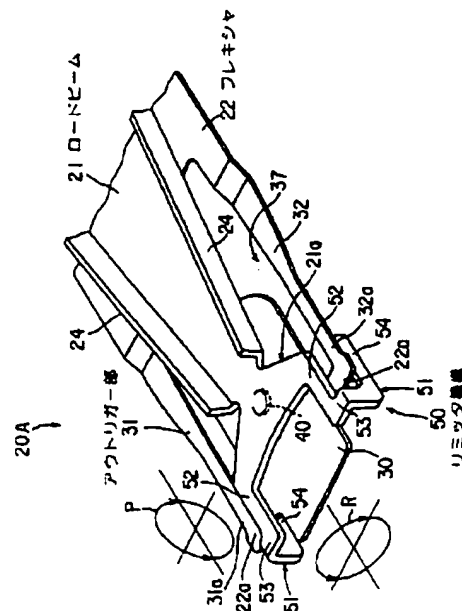
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ディスク装置用サスペンション

(57) 【要約】

【課題】 ショック入力時にフレキシヤの動きを効果的に抑制できるような、耐衝撃性に優れたディスク装置用サスペンションを提供する。

【解決手段】 ディスク装置用サスペンション20Aは、ロードビーム21と、フレキシヤ22と、フレキシヤ22の動きを規制するためのリミッタ機構50を備えている。フレキシヤ22は、磁気ヘッドスライダを設けるタング部30と、タング部30の両側に位置するアウトリガー部31、32を有している。リミッタ機構50は、ロードビーム21の一部を曲げ加工するなどして形成した挟み部51を有している。挟み部51は、フレキシヤ22の一方の面に離間対向する第1の抑止部52と、フレキシヤ22の前方に位置する接続部53と、この接続部から後ろ向きに延出しかつフレキシヤ22の他方の面に離間対向する第2の抑止部54を備えている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】磁気ヘッドスライダを支持するフレキシヤと、  
前記フレキシヤを支持するロードビームと、  
前記フレキシヤの動きを規制するためのリミット機構とを有するサスペンションであって、  
前記リミット機構は、前記ロードビームの一部を前記フレキシヤの先端側から後ろ向きに延出させかつフレキシヤの板厚方向に離間対向させた抑止部を備えて構成されていることを特徴とするディスク装置用サスペンション。

【請求項2】前記フレキシヤは、磁気ヘッドスライダを設けるタング部と、タング部の両側に位置する一対のアウトリガー部とを備え、前記リミット機構は、前記タング部とアウトリガー部がその板厚方向に撓むことを規制すべくフレキシヤの一方の面に対向する第1の抑止部と、フレキシヤの他方の面に対向する第2の抑止部と、を含む挟み部を有していることを特徴とする請求項1記載のディスク装置用サスペンション。

【請求項3】前記リミット機構は、前記ロードビームとフレキシヤとが互いに対向する面積を拡大するための延長部分を有していることを特徴とする請求項2記載のディスク装置用サスペンション。

【請求項4】磁気ヘッドスライダを支持するフレキシヤと、  
前記フレキシヤを支持するロードビームと、  
前記フレキシヤの動きを規制するためのリミット機構とを有するサスペンションであって、  
前記リミット機構は、前記フレキシヤの一部を前記ロードビームの先端側から後ろ向きに延出させかつロードビームの板厚方向に離間対向させた抑止部を備えて構成されていることを特徴とするディスク装置用サスペンション。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、例えばパーソナルコンピュータやポータブルコンピュータ等の情報処理装置に内蔵される磁気ディスク装置あるいは光磁気ディスク装置の磁気ヘッドスライダを支持するためのサスペンションに関する。

【0002】

【従来の技術】図12にハードディスクドライブ(HDD)1の一部を示す。このディスクドライブ1のキャリッジ2は、ポジショニング用モータ3によって、軸2aを中心に旋回駆動される。キャリッジ2は、モータ3のマグネット4の近傍に配置されるコイル部5と、コイル部5に固定されたアーム6と、アーム6の先端側に位置するサスペンション7と、サスペンション7の先端部に装着されるヘッド部8などから構成されている。このキャリッジ2をモータ3によって駆動することにより、ヘ

ッド部8をディスク9の所望トラック(記録面)まで移動させることができる。

【0003】ヘッド部8は、ディスク9のトラックと対向可能な位置に設けた磁気ヘッドスライダ10と、このスライダ10に保持されたトランスジューサ(図示せず)などを備えている。ディスク9が高速回転することによってスライダ10がディスク9の表面から僅かに浮上することにより、ディスク9とスライダ10との間にエアベアリングが形成される。

10 【0004】図13に従来のサスペンション7の一例を示す。このサスペンション7は、精密な薄板ばねからなるロードビーム11と、ロードビーム11の先端部に固定された極薄い板ばねからなるフレキシヤ12と、ロードビーム11の基部に固定されたベースプレート13などを有している。フレキシヤ12に形成されたタング部12aに磁気ヘッドスライダ10が装着される。フレキシヤ12は、ディスク9に対して低浮上時のスライダ10の姿勢が柔軟に変化できるようにするため、その剛性(スティッフネス)をかなり小さなものとしている。

20 【0005】ロードビーム11の先端部に、フレキシヤ12に向かって板厚方向に突出する半球状の凸部(ディンプル)15が形成されている。凸部15の先端がフレキシヤ12のタング部12aに当接する。このためヘッド部8は、凸部15を中心として、ピッチングとローリングなどの三次元的な変位が可能となる。この凸部15は、ロードビーム11の裏面側が窪んでいることから当業界ではディンプルと称されている。この凸部15はロードビーム11に設ける代りに、フレキシヤ12に設けることもある。

30 【0006】従来のサスペンション7は、許容限度を超える衝撃が加わったときにヘッド部8が不安定な挙動を示し、ヘッド部8やディスク9が損傷することがあった。すなわちショック入力時に、ロードビーム11の先端部が跳ね上がったり、ヘッド部8がピッチングあるいはローリングなどを生じることにより、ヘッド部8のコーナー部分がディスク9の表面に衝突し、ヘッド部8やディスク9が損傷する原因になる。特に、フレキシヤ12と凸部15との間が離れる現象(ディンプルセパレーション)は、上記の問題を助長する。

40 【0007】上記ディンプルセパレーションを抑制するために、USP(米国特許明細書)5,333,085や、USP5,771,136あるいはUSP5,838,517に記載されているようなリミット機構が提案されている。従来のリミット機構は、例えばロードビームの一部に設けた曲げ加工部をフレキシヤが撓む方向に対向させ、フレキシヤの変位が許容限度に達したときにフレキシヤが上記曲げ加工部に当たるようにしたものである。あるいは、フレキシヤの一部に設けた曲げ加工部をロードビームに対向させ、フレキシヤの変位が許容限度に達したときに上記曲げ加工部がロードビームに当た

ることにより、フレキシヤの動きを抑制するように構成されている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】従来のリミッタ機構は、サスペンション先端部の幅が広がる原因となっている。サスペンションはディスク装置内で作動する際にディスク上を移動するが、図14に示すようにサスペンション7がディスク9の内周側に移動したとき、サスペンション先端部7aとハブリング17との間に一定のクリアランスCが必要である。従って前記リミッタ機構の付加によってサスペンション先端部7aの幅が増加すると、ディスク9上のデータエリアが減少するという問題を生じる。

【0009】従って本発明の目的は、サスペンション先端部の幅を広げることなく、ショック入力時にフレキシヤの動きを効果的に抑制できるような、耐衝撃性に優れたディスク装置用サスペンションを提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】前記目的を果たすための本発明のサスペンションは、磁気ヘッドスライダを支持するフレキシヤと、フレキシヤを支持するロードビームと、フレキシヤの動きを規制するためのリミッタ機構とを有するサスペンションであって、リミッタ機構は、ロードビームの一部をフレキシヤの先端側から後ろ向きに延出させかつフレキシヤの板厚方向に離間対向させた抑止部を備えている。

【0011】このように構成された本発明のサスペンションは、ロードビーム側に設けた抑止部により、ショック入力時にフレキシヤのばたつきが抑制され、ヘッドの姿勢が大きく変化することや、ディンブルセパレーションも抑制される。

【0012】この発明は、前記フレキシヤが、磁気ヘッドスライダを設けるタング部と、タング部の両側に位置する一対のアウトリガー部とを備え、前記リミッタ機構は、前記タング部とアウトリガー部がその板厚方向に撓むことを規制すべくフレキシヤの一方の面に対向する第1の抑止部と、フレキシヤの他方の面に対向する第2の抑止部と、を備えた挟み部を有していることを含んでいる。このような構成のサスペンションは、ショック入力時にアウトリガー部とタング部の動きがリミッタ機構によって規制される。

【0013】この発明は、前記リミッタ機構が、ロードビームとフレキシヤとの相互対向部の面積を拡大するための延長部分を有していることを含んでいる。さらにこの発明は、前記リミッタ機構が、フレキシヤの一部をロードビームの先端側から後ろ向きに延出させかつロードビームの板厚方向に離間対向させた抑止部を備えていることを含んでいる。このように構成された本発明のサスペンションは、フレキシヤ側に設けた抑止部により、シ

ョック入力時にフレキシヤのばたつきなどが抑制される。

【0014】

【発明の実施の形態】以下に本発明の第1の実施形態について、図1～図3を参照して説明する。

【0015】図1に示すハードディスクドライブ装置（HDD）用のサスペンション20Aの一例は、ステンレス鋼などの精密な薄板ばねからなるロードビーム21と、ロードビーム21にレーザ溶接等によって固定された極薄い（ロードビーム21よりも薄い）板ばねからなるフレキシヤ22を含んでいる。フレキシヤ22は例えば18 $\mu$ m～30 $\mu$ m前後のばね性のある薄いステンレス鋼板からなる。ロードビーム21の基部には図13に示された従来例のベースプレート13と同様のベースプレートが設けられており、このベースプレートを介してロードビーム21がキャリッジ（例えば図12に示すキャリッジ2）に固定されるようになっている。ロードビーム21の側縁には、いわゆる箱曲げ部と称される折曲げ縁24が形成されている。

【0016】図2等に示すようにフレキシヤ22は、ロードビーム21の軸線方向（長手方向）に延びており、その先端部分に、可動部分である舌状のタング部30と、タング部30の左右両側に位置してフレキシヤ22の長手方向に延びる左右一対のアウトリガー部31、32を有している。タング部30とアウトリガー部31、32は、いずれもフレキシヤ22の厚み方向すなわち板厚方向に撓むことができる。

【0017】タング部30の前端部両側は、フレキシヤ22の幅方向に延びるフレキシヤ22の端部22aを介して、アウトリガー部31、32の先端部31a、32aに連なっている。タング部30の周囲には、平面視でU形をなす隙間37がエッチング等によって形成されている。これらタング部30とアウトリガー部31、32は、それぞれピッチ角方向（図1において矢印Pで示す回転方向）に撓むことができる。ロードビーム21の先端部21aに凸部（ディンブル）40が設けられている。この凸部40はタング部30の一方の面（図3において上面側）に当接している。凸部40はタング部30に向かって半球状に突出しているが、ロードビーム21の裏面側が窪んでいるためディンブルと称されている。

【0018】タング部30に磁気ヘッドスライダ41（図3に2点鎖線で示す）が設けられる。このスライダ41には磁電変換素子としてのトランスジューサ（図示せず）が設けられている。記録媒体であるハードディスクが高速回転すると、スライダ41がディスク表面から低浮上し、ハードディスクとスライダ41との間にエアベアリングが形成される。タング部30やスライダ41、トランスジューサ等はヘッド部42を構成する。

【0019】凸部（ディンブル）40の先端がフレキシヤ22のタング部30を押すため、スライダ41を乗せ

ているタング部30は、凸部40を中心とするピッチング方向(図1中の矢印P方向)とローリング方向(図1中の矢印R方向)などに三次元的に変位することができる。なお、凸部40はロードビーム21に設ける代りにフレキシヤ22側に設ける場合もある。

【0020】このサスペンション20Aは、フレキシヤ22の動きを規制するためのリミット機構50を備えている。リミット機構50は、以下に説明する左右一對の挟み部51と、挟み部51によって板厚方向の動きが規制されるフレキシヤ22の端部22aなどを含んでい

る。  
【0021】挟み部51は、ロードビーム21の先端部21aからさらに前方に延出する左右一對の第1の抑止部52と、これら第1の抑止部52の先端からそれぞれ側方に延びかつ第1の抑止部52の板厚方向(図3において下方)に90°程度折り曲げた接続部53と、各接続部53の端から後方に延びる第2の抑止部54とを備えている。

【0022】第1の抑止部52は、フレキシヤ22の端部22aに対して、フレキシヤ22の一方の面(図3において上面側)に離間対向している。接続部53は、フレキシヤ22の端部22aに対してその前方に離間対向している。第2の抑止部54は、アウトリガー部31、32の先端部31a、32aとフレキシヤ22の端部22aに対してフレキシヤ22の他方の面(図1において下面側)に離間対向している。すなわち、図3に示すようにフレキシヤ22の前側から、第1の抑止部52と第2の抑止部54との間の隙間Gにフレキシヤ22の端部22aが接触することなく入り込んだ状態で、フレキシヤ22がロードビーム21に固定されている。このためフレキシヤ22の端部22aは、隙間Gの範囲内でその板厚方向に柔軟に動くことが可能である。

【0023】次に、このサスペンション20Aの作用について説明する。サスペンション20Aに衝撃が加わった場合、ディスク上方に浮き上がった磁気ヘッドスライダ41のピッチ回転方向の動きが、リミット機構50の抑止部52、54等によって効果的に抑制されるため、磁気ヘッドスライダ41がディスクに対し常に水平な姿勢でディスク表面に着地することが可能となる。このことにより、ディスクと磁気ヘッドスライダ41の破損の可能性が大幅に低減する。また、ローリング方向の変位については、アウトリガー部31、32の動きが第2の抑止部54によって規制されることにより、ローリングも抑制される。

【0024】そしてこのサスペンション20Aは、ロードビーム21に形成された曲げ加工部がフレキシヤ22の先端部分と共にアウトリガー部31、32の広い範囲を抑えるため、衝撃入力時のフレキシヤ22のばたつき現象が効果的に抑制される。このばたつき抑制効果は、フレキシヤ22の垂直方向の動きだけでなく、ピッチ回

転方向の動きも抑制することができることによる。

【0025】このリミット機構50は、ロードビーム21とフレキシヤ22との組付け時にフレキシヤ22の端部22aの前方から、この端部22aを挟み部51の抑止部52、54間に挿入するように構成されているので、ロードビーム21に対するフレキシヤ22の挿入工程において高精度の位置決めが不要となり、フレキシヤ22を一方からスライドさせるだけでよい。従って挿入工程での歩留まり向上が可能となる。

【0026】しかもリミット機構50を設けていてもサスペンション20Aの先端部の幅が広がることのない。このためディスク上のデータエリアが減少することを回避でき、リミット機構を有しないサスペンション装置を用いる場合と同等の広さのデータエリアが確保される。  
【0027】この実施形態のリミット機構50は、ロードビーム21の先端部21aに設ける挟み部51を曲げ加工するだけで実施でき、フレキシヤ22側は曲げ加工を行う必要がない。しかもロードビーム21の一部に挟み部51を設けるだけでよく別部品を必要としないため、部品数の減少と構成の簡略化に寄与できる。

【0028】図4と図5は、この発明の第2の実施形態のサスペンション20Bを示している。このサスペンション20Bは、リミット機構50の構成が前記第1の実施形態と若干相違しているが、それ以外の構成と作用効果は第1の実施形態と共通であるから、両者に共通の部位には共通の符号を付して説明を省略する。

【0029】この第2の実施形態のサスペンション20Bのリミット機構50は、フレキシヤ22の先端部22aを前方に延長することにより、ロードビーム21とフレキシヤ22との相互対向部の面積を拡大するための延長部分60を形成している。この延長部分60を設けたことにより、図4中に平行斜線(ハッチング)で示すように、ロードビーム21の挟み部51とフレキシヤ22がさらに広い範囲で重なり合うことができるようになり、ショック入力時のフレキシヤ22の動きをさらに効果的に抑制することが可能となる。

【0030】図6と図7は、この発明の第3の実施形態のサスペンション20Cを示している。このサスペンション20Cは、ロードビーム21とフレキシヤ22の形状が前記実施形態(図1～図3)と若干相違するが、それ以外の構成と作用効果は前記サスペンション20Aと共通であるから、両者に共通の部位に同一符号を付して説明は省略する。

【0031】図8と図9は、この発明の第4の実施形態のサスペンション20Dを示している。このサスペンション20Dのリミット機構50は、前記第3の実施形態のサスペンション20Cのフレキシヤ22の先端部22aを前方に延長することによって、ロードビーム21とフレキシヤ22との相互対向部の面積を拡大するための延長部分60を形成している。この延長部分60を設け

たことにより、図8中に平行斜線（ハッチング）で示すように、ロードビーム21の挟み部51とフレキシヤ22がさらに広い範囲で重なり合うことができるようになり、フレキシヤ22の動きをさらに効果的に抑制することが可能となる。

【0032】図10と図11は、この発明の第5の実施形態のサスペンション20Eを示している。このサスペンション20Eのリミット機構50は、フレキシヤ22側に挟み部71を設け、ショック入力時にこの挟み部71の動きをロードビーム21の先端延出部21bにより抑えることにより、フレキシヤ22の動きを抑制するようにしている。それ以外の基本的な構成と作用は前述した各実施形態と共通であるから、各実施例と共通の部位に同一符号を付して説明は省略する。

【0033】この第5の実施形態のサスペンション20Eの挟み部71は、フレキシヤ22の端部22aの前方に延出する左右一対の延出部72と、延出部72の側方に延びかつ延出部72の板厚方向（図11において上方）に90°程度折曲げた接続部73と、接続部73の端から後方に延出する抑止部74とを備えている。

【0034】フレキシヤ22の端部22aは、ロードビーム21の先端延出部21bに対してその板厚方向の一面側（図11においてロードビーム21の下面）に離間対向している。接続部73は先端延出部21bの前方に離間対向している。抑止部74は、先端延出部21bの他面側（図11においてロードビーム21の上面）に離間対向している。すなわちロードビーム21の前側から、フレキシヤ22の端部22aと抑止部74との間の隙間Gにロードビーム21の先端延出部21bが入り込むように構成されている。従ってこの場合も、ロードビーム21に対するフレキシヤ22の挿入工程を容易に行うことができる。

【0035】なお、この発明を実施するに当たって、この発明を構成するロードビームやフレキシヤ、ヘッド部、可動部分（アウトリガー部やタンク部）、リミット機構の抑止部等の形態をはじめとして、各構成要素をそれぞれ適宜に変形して実施できることは言うまでもない。

【0036】

【発明の効果】請求項1に記載した発明によれば、ロードビーム側に設けた抑止部を含むリミット機構によって、ショック入力時にフレキシヤの姿勢が大きく変化することをフレキシヤの剛性を高めたりフレキシヤの形状を変えることなしに抑制でき、ディンブルセパレーションも抑制される。

【0037】請求項2に記載したサスペンションは、衝撃が入力したときにリミット機構によってタンク部とアウトリガー部との変位を規制することにより、フレキシヤのピッチング方向やローリング方向の動きをより効果

的に抑制することができる。また請求項3に記載したサスペンションは、延長部分を設けたことにより、ショック入力時のフレキシヤの動きをさらに効果的に抑制することができる。

【0038】請求項4に記載した発明によれば、フレキシヤ側に設けた抑止部を含むリミット機構によって、ショック入力時にフレキシヤの姿勢が大きく変化することをフレキシヤの剛性を高めたりロードビームの形状を変えることなしに効果的に抑制できる。

#### 10 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1の実施形態を示すディスク装置用サスペンションの一部の斜視図。

【図2】 図1に示されたサスペンションの一部の平面図。

【図3】 図1に示されたサスペンションの一部の側面図。

【図4】 本発明の第2の実施形態を示すディスク装置用サスペンションの一部の平面図。

【図5】 図4に示されたサスペンションの一部の側面図。

【図6】 本発明の第3の実施形態を示すディスク装置用サスペンションの一部の平面図。

【図7】 図6に示されたサスペンションの一部の側面図。

【図8】 本発明の第4の実施形態を示すディスク装置用サスペンションの一部の平面図。

【図9】 図8に示されたサスペンションの一部の側面図。

【図10】 本発明の第5の実施形態を示すディスク装置用サスペンションの一部の平面図。

【図11】 図10に示されたサスペンションの一部の側面図。

【図12】 ハードディスク装置を一部断面で示す側面図。

【図13】 従来のサスペンションを示す斜視図。

【図14】 ディスクとサスペンションを示す平面図。

【符号の説明】

20A, 20B, 20C, 20D, 20E…サスペンション

21…ロードビーム

22…フレキシヤ

30…タンク部

31, 32…アウトリガー部

41…磁気ヘッドスライダ

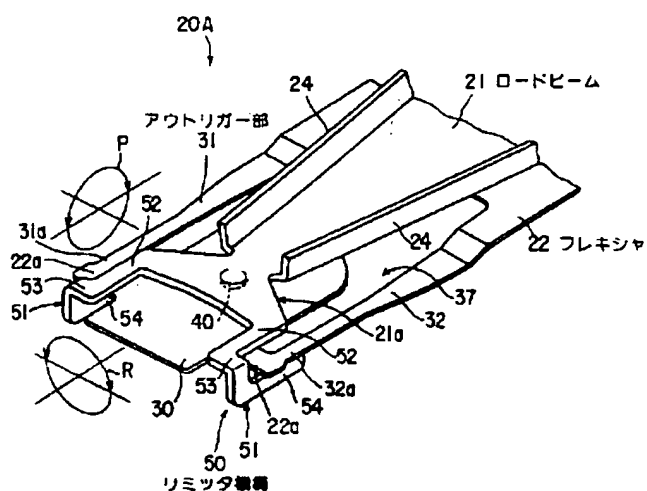
50…リミット機構

51, 71…挟み部

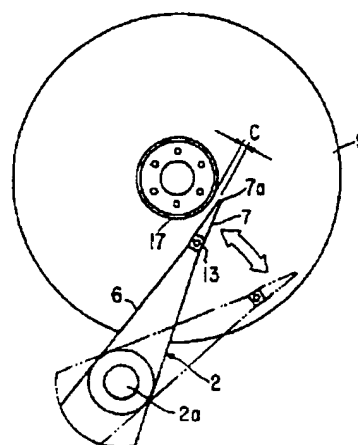
52, 54, 74…抑止部

60…延長部分

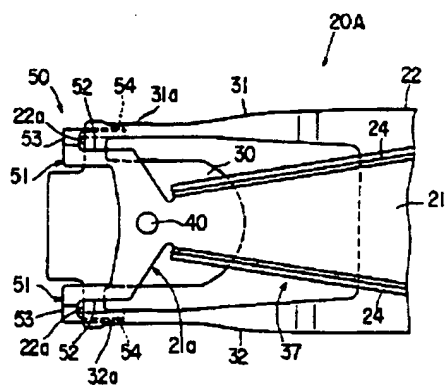
【図1】



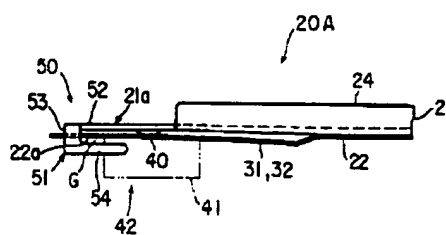
【図14】



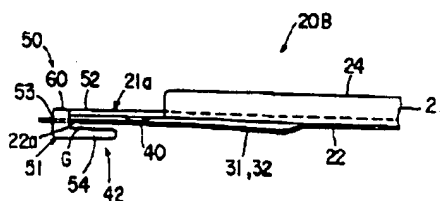
【図2】



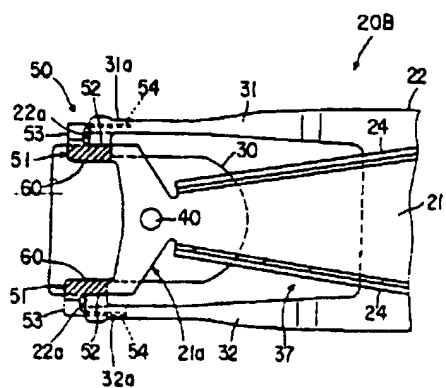
【図3】



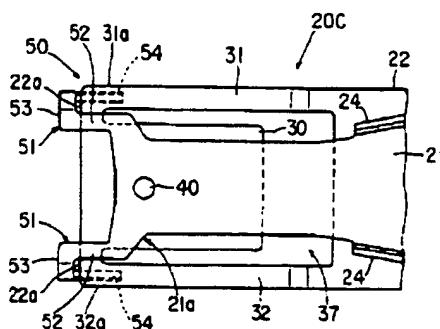
【図5】



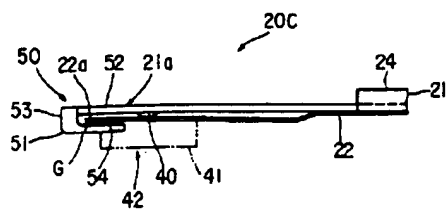
【図4】



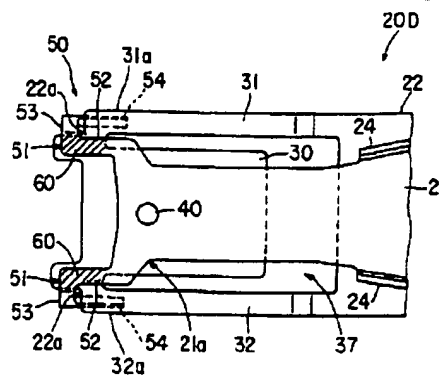
【図6】



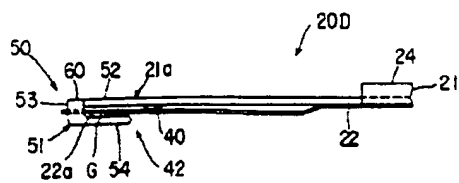
【図7】



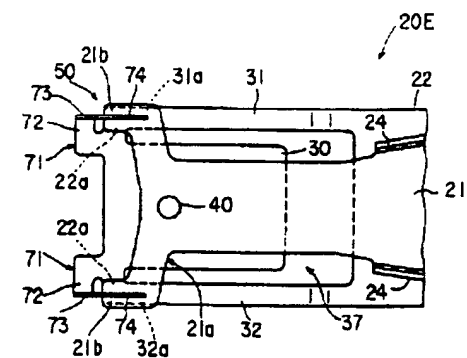
【図8】



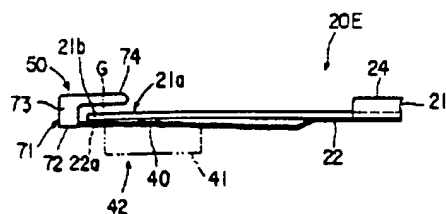
【図9】



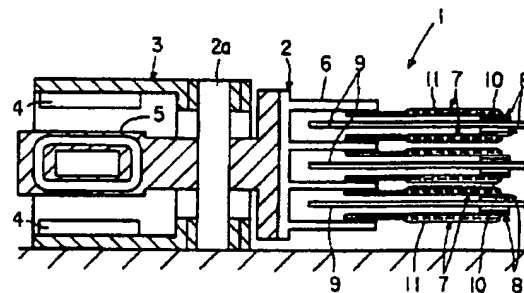
【図10】



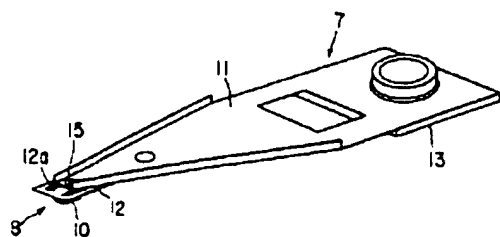
【図11】



【図12】



【図13】





フロントページの続き

(72)発明者 武井 明博  
神奈川県愛甲郡愛川町中津字桜台4056番地  
日本発条株式会社内  
(72)発明者 曾我 潤  
神奈川県愛甲郡愛川町中津字桜台4056番地  
日本発条株式会社内

(72)発明者 瀧川 健一  
神奈川県愛甲郡愛川町中津字桜台4056番地  
日本発条株式会社内  
Fターム(参考) 5D059 AA01 AA08 BA01 CA25 CA26  
DA11 EA01

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**